

unterhalb der Sedimentdecke fortsetzenden Prozess ansieht. Erstarrungskruste und tief hervorgerodierte granitische Formationen wären also nach seiner Auffassung fast gleichbedeutend.

Übrigens ist die Gleichzeitigkeit der betreffenden Gebiete in Schweden und Finnland natürlich nicht völlig erwiesen, obgleich sie in Anbetracht der vielen petrographischen und geotektonischen Analogien recht wahrscheinlich ist, und auch von GERARD DE GEER angenommen wurde.

In den beiden Ländern hat man also die Erfahrung gemacht, dass stratigraphische Fragen von grundlegender Bedeutung nicht eher vollständig gelöst werden können, als man die Geotektonik der grossen Schollen und überhaupt die Bewegungen in der Tiefe und die dort stattgefundenen Umwandlungen besser zu verstehen gelernt hat. Auf verschiedenen Wegen ist man zum Ergebnis gelangt, dass es einen Metamorphismus der grossen Tiefen geben muss, dessen Wirkungen weit über das hinausgeht, was man gewöhnlich unter diesem Namen versteht. Dieser „Ultrametamorphismus“ (HOLMQUIST (10), durch dessen Wirkung granitähnliche Gesteine als Ausscheidungen entstehen, die nach der Ansicht mehrerer Forscher sogar direkt in die grossen Granitmassen der Tiefe übergehen, muss besonders die tiefsten Teile des Grundgebirges in viel grösserem Massstabe verändert haben, als die gewöhnliche regionale Metamorphose es vermochte. Diese hat eine Umprägung bewirkt, jene vertilgte die ursprünglichen Züge und machte alles verschwommen.

Es muss aber nochmals hervorgehoben werden, dass hier vor allem ein petrographisches Problem vorliegt. Dieses kann aber nicht durch mikro-petrographische Forschung, überhaupt nicht durch das Studium der Handstücke gelöst werden. Diese mögen in den Sammlungen, je nach ihrer Art, schön geordnet liegen, hier Eruptivgesteine, dort Sedimente, alle mit ihren metamorphischen Äquivalenten. In der Natur sind die Verhältnisse viel verwickelter. Hier findet man, besonders in gewissen Gneisgebieten, die Gesteine in buntem Gewirr durcheinander gemischt, und die charakteristischen Eigentümlichkeiten dieser Mischgesteine lassen sich nur im Felde, besonders gut in den natürlichen Schliefflächen der glazialerodierten nordischen Felsen studieren. Es ist daher zu hoffen, dass der Besuch, welchen so viele Geologen im nächsten Sommer dem Norden abstaten werden, auf das Interesse für diese Probleme einen anregenden Einfluss ausüben wird.

Gletscherkunde und Glazialrelief.

Von Hans Hess.

Benützte Literatur.

1. Zeitschrift f. Gletscherkunde. Bd. 1—4.
2. Geographical Journal 1910. Februar u. Märzhefte.
3. O. MARINELLI: I ghiacciai delle Alpi Venete. Florenz 1910.
4. W. H. SHERZER: Glaciers of the Canadian Rockies and Selkirks. Washington 1907.

5. H. ARCTOWSKI: Glaciers antarctiques; les glaciers actuels et vestiges de leur ancienne extension. Anvers 1908.
6. R. S. TARR: The Yakutat-Bay Region, Alaska. U. S. geological Survey. Prof. PAPER Nr. 64. Washington 1909.
7. H. HESS: Die Gletscher. Braunschweig 1904.
9. — — Fortschritte der Gletscherkunde. Gaa. 1909.
9. A. PENCK u. E. BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901 bis 1909.
10. W. HOBBS: The Cycle of glaciation. Geogr. Journ. Lond. 1910. Febr.
11. P. D. QUENSEL: On the influence of the Iceage on the continental watershed of Patagonia. Bull. of the Geol. Instit. of Upsala. Vol. IX.
12. F. NUSSBAUM: Die Täler der Schweizer Alpen. Zürich 1910.
13. H. HESS: Über Talbildung. Himmel u. Erde 1909.
14. — — Der Abtrag in den Schweizer Alpen. PETERMANN's Mitt. 1909. Heft 12.

Eine Zunahme unserer Kenntnisse über die Ausbreitung des Gletscherphänomens ist in der jüngsten Zeit insoferne zu verzeichnen, als man in bereits bekannten Gletschergebieten durch eingehendere Studien Grösse und Lage einzelner Gletscher annähernd zu ermitteln vermochte (Alaska, Zentralasien, Patagonien, Argentinien).

In einigen Fällen sind durch genauere topographische Aufnahmen Kartenbilder von Gletschern neu gewonnen (z. B. im kanadischen Felsengebirge) oder ältere Karten wesentlich verbessert worden, wie die des Baltorogletschers durch die Topographen, welche das Ehepaar WORKMANN auf seinen Touren in Zentralasien begleiteten. — Wesentliche Vermehrung der Erkenntnis über die Eisverhältnisse der Antarktis brachten die im Anfange dieses Jahrhunderts veranstalteten Südpolarexpeditionen, deren wissenschaftliche Berichte z. T. noch in der Veröffentlichung begriffen sind. Doch konnten durch E. PHILIPPI und durch CH. RABOT die Erfahrungen über das Südpolareis schon zusammenfassend bearbeitet werden. Wir wissen jetzt, dass von einem bis über 3000 m Seehöhe erreichenden eisbedeckten Festlande, das gegen das Meer durch Bergketten abgegrenzt ist, die Eismassen in einzelnen Talgletschern (Ferrar-, Barue-, Shäketonegl. etc.), sowie in sehr breiten Strömen gegen das Meer herabfliesst. Die Ross'sche Eismauer, das Barrièreis, ist eine zusammenhängende, auf dem Meere schwimmende Eismasse, welche dem Inlandeise entstammt. Es ist ein Analogon zu den Vorlandgletschern, wie der Malaspina; da das Gebirgsvorland vom Meere bedeckt ist, schwimmt der riesige Eiskuchen, der eine fast ebene Oberfläche besitzt. Die bis jetzt vorliegenden spärlichen Messungen über die Bewegung des südpolaren Inlandeises ergaben weit geringere Geschwindigkeiten, als man sie von grönländischen Schreitgletschern kennt.

Das Studium der Gletscherschwankungen ist stark in die Breite gegangen, und wenn auch nicht aus allen grossen Gletschergebieten der Erde alljährlich Mitteilungen über den Stand der Gletscherenden gebracht werden können, so enthalten doch die Jahresberichte der „Internationalen Gletscherkommission“ bereits ein sehr reichliches Material zur Untersuchung der auf die Schwankungen bezüglichen Fragen. Man kann sagen, dass die Gegenwart im wesentlichen eine Zeit des Gletscherrückganges ist. In den Alpen ist dieses 1908 allgemein (mit einer einzigen Ausnahme). Von den skandinavischen Gletschern

wird schon seit einigen Jahren ein teilweises Vorrücken gemeldet. So sind seit 1904 bzw. 1905 andauernd im Wachsen: Bondhusbrae (102 m), Aabraekkebrae (49 m), Brixdalsbrae (91 m), Mjölkevaldsbrae (141 m bis 1909), während andere kleine Oszillationen ausführen. Auch in Lappland konnte ein Vorrücken festgestellt werden. Von den Gletschern Alaskas kommen seit mehreren Jahren Nachrichten über das Anwachsen einzelner Eisströme, während unmittelbar benachbarte andauernd im Schwinden verharren. Für mehrere Gletscher der Umgebung der Gletscherbai sieht RALPH S. TARR den Grund des Vorrückens in dem gesteigerten Druck, der in den Nährgebieten dieser Gletscher dadurch hervorgeufen wurde, dass infolge eines Erdbebens, von dem die Region des Eliasberges 1899 heimgesucht wurde, die steil gelagerten Eismassen gelockert und durch Absturz in die Firnmulden gebracht wurden. Die riesige Ausdehnung der Firnfelder in diesem Gebiete macht die direkte Beobachtung noch schwieriger als anderwärts, daher fehlen hier natürlich die Angaben über verschieden starke Anhäufung der Niederschläge in benachbarten Mulden erst recht. Jedenfalls wird durch die Annahme der Erdbebenwirkung das verschiedenartige Verhalten benachbarter Gletscher nicht erklärt. Dies deutet vielmehr darauf hin, dass, wie in den Alpen, so auch anderwärts nicht nur die Klimaschwankungen, sondern auch der Bau der Gletscherbetten bestimmenden Einfluss auf die Periode der Gletscherschwankungen haben.

Die Periode der Klimaschwankungen wird von einer orographischen Periode überlagert. Beide zu trennen wird erst nach jahrzehntelangen Beobachtungen und auf Grund zuverlässigen Kartenmaterials möglich sein, wenn auch das Höhenklima in den einzelnen Gebieten weit besser bekannt ist und die physikalischen Eigenschaften des Eises noch genauer studiert sind als gegenwärtig. -- Von grosser Bedeutung für das weitere Studium der Gletscherschwankungen ist die kartographische Festlegung der Gletscherenden bzw. Ränder. In dieser Richtung ist das Beobachtungsmaterial in den Neuseeländer Alpen und im Himalaja in letzter Zeit beträchtlich gewachsen; die Aufnahme von Kartenskizzen in den Gletschergebieten von Alaska wird immer häufiger; besonders ausgedehnt sind die von W. H. SHERZER aus dem Canadischen Felsgebirge und Selkirk zusammengetragenen Beobachtungen. Aber auch in Skandinavien und in den Alpen haben wir gerade in den jüngsten Jahren eine starke Zunahme sorgfältiger Vermessungen zu verzeichnen; so sind mehrere Mitglieder des französischen Alpenclubs im Montblancgebiet und in den einzelnen Gruppen des Dauphiné, sowie in den Pyrenäen eifrig tätig, um hier gleichwertiges Beobachtungsmaterial wie in der Schweiz und den Ostalpen zu schaffen. Auch das italienische Alpengebiet wird immer gründlicherer Bearbeitung unterworfen. Hier hat vor allem der rührige Florenzer Geologe O. MARINELLI durch Zusammenfassung seiner Studien über die kleinen Gletscher der südöstlichen Kalkalpen einen sehr wertvollen Beitrag zur alpinen Gletscherliteratur gegeben. Neben einer möglichst genauen Beschreibung der einzelnen Gletscherchen, für welche eigene Kartenskizzen mittelst der Bussole aufgenommen wurden, bringt MARINELLI kritische Betrachtungen über die Lage der klimatischen Schneegrenze, die in diesem Gebiete, wo es an ausgedehnten Firnfeldern mangelt, besonders schwer zu bestimmen ist. Die meisten der kleinen Gletscher verdanken ihre Existenz orographischer Begünstigung. MARINELLI schätzt die Lage der klimatischen Schneegrenze um 100—400 m über der orographischen und legt damit die erstere wesentlich höher, als es EDUARD RICHTER getan. Doch kommt er auch zu

RICHTER's Hauptergebnis, dass die klimatische Schneegrenze gegen den Alpenrand tiefer liegt, als in den zentralen Regionen.

Die Messungen der Oberflächengeschwindigkeit sind auf kleineren Gletschern natürlich leichter auszuführen, als auf den weiten Eiswüsten Alaskas, Islands oder Grönlands. Auch die Messungen, deren Ergebnisse wesentlich zu einem tieferen Erfassen der Gletscherschwankungen führen, mehren sich stetig. So kennen wir für mehrere der Gletscher der Canadian Rockies die jährlichen Verschiebungen und die jahreszeitlichen Änderungen derselben; auch für einige der lappländischen Gletscher liegen Bewegungsmessungen vor. Dagegen fehlen Geschwindigkeitsmessungen aus den Norwegischen Gebieten, aus Island, Grönland, dem Kaukasus, dem Himalaja, Neuseeland und den Anden — wenigstens für die neuere Zeit. In den Alpen sind es vor allem Mer de Glace und einige Gletscher des Dauphiné, die eingehenderer Beobachtung in dieser Hinsicht seit einigen Jahren unterworfen werden. Am Rhonegletscher und einer Anzahl von ostalpinen Gletschern werden solche Messungen seit langer Zeit gemacht und fortgeführt. Zu den best beobachteten Alpengletschern gehören neben dem Rhonegletscher der Suldenferner, Vernagt- und Hintereisferner und der kleinere Gliederferner (in den Zillertälern).

Die wesentlichen Ergebnisse der Geschwindigkeitsmessungen an diesen Gletschern dürften den Lesern dieser Zeitschrift bekannt sein. (Sie finden sich u. A. in meinem Buch „Die Gletscher“, Braunschweig 1904, verarbeitet.) Hervorgehoben sei hier nur, dass es BLÜMCKE und FINSTERWALDER gelang, auf Grund sehr sorgfältiger Messungen am Hintereisgletscher das Fortschreiten von Bewegungswellen ganz kurzer Perioden durch die ganze Länge des Eisstromes zu verfolgen, welche wahrscheinlich das Ergebnis der wechselnden klimatischen Bedingungen sind, denen der Gletscher von einem Jahr zum andern unterworfen ist. Am Hintereis werden ausser den Messungen der Oberflächengeschwindigkeit und der Ablation seit mehreren Jahren Tiefbohrungen ausgeführt, deren Zweck es ist, die früher (1899) auf Grund von Messungen an der Oberfläche mit Hilfe der FINSTERWALDER'schen Strömungstheorie rekonstruierten Tiefen des Gletschers durch Auslotung sicher zu bestimmen. Bis jetzt zeigt sich zwischen den vorausberechneten und den erbohrten Tiefen eine mittlere Abweichung von 4,3%. 1908 sollte eine Bohrung bis ca. 235 m Tiefe geführt werden; doch fand sich schon in 162 m Tiefe ein Steinhindernis. Als 1909 wenige Meter von der vorjährigen Bohrstelle der Versuch wiederholt wurde, gelang es bis zur Tiefe von 224 m vorzudringen. Damit wurde die bisher grösste Tiefe erbohrt und ausserdem die fast vollständige Richtigkeit der rekonstruierten „wahrscheinlichen Querschnitte“ (vergl. Unters. über Hintereisferner II. wiss. Ergänzungsheft zur Ztschr. d. D. u. Ö. A.-V. 1899) erwiesen. Die bisherigen Bohrungen ergaben auch, dass in den 2 Querschnitten, auf welche sie sich hauptsächlich erstrecken, die Über-tiefung des Gletscherbettes genau an den Stellen beginnt, wo sie in den rekonstruierten Profilen von 1899 angegeben ist. Als ein wichtiges Ergebnis der Tiefbohrungen darf wohl folgendes angesehen werden: „Für Gletscher von geringem, gleichmässigem Gefälle können die Form des Gletscherbettes und die Verteilung der Geschwindigkeit sowohl in einzelnen Querschnitten wie auf der Sohle mit weitgehender Genauigkeit ermittelt werden, wenn Beobachtungen über die Abschmelzung und die Verteilung der Geschwindigkeit auf der Eisoberfläche im

Sinne der FINSTERWALDER'schen Strömungstheorie so verwertet werden, wie es von BLÜMCKE und HESS für den Hintereisferner 1899 geschah."

Ähnliche Arbeiten, welche die Verteilung der Geschwindigkeit über die ganze Eismasse des Gletschers im Abschmelzgebiet und auch im Firn kennen ehren, wären für solche riesige Eiskuchen wie der Malaspinagletscher in hohem Masse erwünscht. Aber die Durchführung derartiger quantitativer Beobachtungen in so ausgedehnten Gebieten erfordert ausser grossen Mitteln auch eine beträchtliche Zahl wohl geschulter Kräfte, die nach einem einheitlichen Plane arbeiten. So müssen wir bis auf weiteres wohl zufrieden sein, wenn wir aus jenen Gebieten qualitative Ergebnisse besonderer Art erhalten, die wohl geeignet sind, die in den kleineren alpinen Verhältnissen gewonnenen Resultate zu ergänzen und zu korrigieren. Ein solches sehr wichtiges Beobachtungsergebnis verdanken wir R. S. TARR (Zeitschr. f. Glkde. III), der 1906 eine schwierige Wanderung im moränenbedeckten Randgebiete des Malaspinagletschers ausführte an der Stelle, wo das Eis infolge eines Erdbebens von 1899 zum Vorrücken gebracht war. Der Wald, der auf der Moränendecke im Laufe des letzten Jahrhunderts gewachsen war und die übrige Vegetationsdecke waren zerstört, von Schutt und Eistrümmern bedeckt; grobe Blöcke waren mit feinen Sanden in Wechsellagerung; Torf war da, wo früher Sümpfe im dicken Moränenschutt bestanden.

Die Gemeinschaft all dieser Erscheinungen könnte einen späteren Beobachter veranlassen, einen Schluss auf eine „interglaziale“ Periode für den Malaspinagletscher zu ziehen — und doch hat sich die ganze Anordnung in relativ kurzer Zeit, durch ein schwaches Verschieben der Eismasse veranlasst, vollzogen. Unter dem Eindrucke dieser Schilderung drängt sich die Notwendigkeit auf, auch für die eiszeitlichen Alpengletscher solche Erscheinungen zuzulassen; werden sie berücksichtigt, so wird vielleicht die Zahl der „interglazialen“ Ablagerungen innerhalb der alten Gletschergebiete noch viel kleiner, als sie es jetzt schon ist.

Andere Sonderbeobachtungen aus amerikanischen Gletschergebieten betreffen den „Büsserschnee“. Hierüber berichtet in einem sehr ausführlichen Aufsatz H. KEIDEL (Ztschr. f. Glkde. IV). In den letzten Jahren ist über diese Schmelzformen des Schnees viel diskutiert worden. Es zeigte sich u. A., dass sie in allen geogr. Breiten auftreten, als mehr oder minder lange, gegen Süden (auf der N-halbkugel) und unter dem Winkel des Mittagssonnenstrahles geneigte Zacken, die durch Mulden voneinander getrennt sind und fast regelmässig angeordnet erscheinen. Ihre Entstehung ist der Sonnenstrahlung zuzuschreiben, welche die niemals homogene Schneeoberfläche in verschieden starker Weise angreift, dadurch zur Ausbildung kleiner und dann grösserer Mulden führt, aus deren Rändern die Penitenteszacken allmählich herausmodelliert werden. In den äquatorialen Anden erreichen diese Figuren bis zu 6 m Höhe und können demgemäss leichter studiert werden, als die äquivalenten Gebilde unserer Winterschneefelder, die höchstens 1—2 dm Länge erreichen und sehr schräg stehen.

Was das glaziale Relief anlangt, so fehlen bisher immer noch einigermaßen zuverlässige Messungen, aus denen die Grösse der Erosion abgeleitet werden kann, der das Bett eines Gletschers im Laufe eines Jahres unterworfen ist (Messungen am Hintereisgletscher ergaben als Minimalwert 0,03 mm/Jahr).

Über die Grösse des Abtrages, wie er durch Wasser und Eis in den Gebirgsgebenden erfolgt, erhalten wir Minimalwerte auf Grund von Messungen

der in drei schweizer Flüssen, Rhone, Kander und Reuss, transportierten Gesteinsmengen. Bei einer Diskussion des bisherigen Beobachtungsmateriales gewann Referent das Ergebnis (14), dass die Dauer eines Denudationsmeters in Höhenlagen unter 600 m 14300 Jahre, in Höhen von 1800—2400 m dagegen nur 1100 Jahre ausmacht; in grösseren Höhen nimmt diese Zeit wieder zu auf ca. 4000 Jahre bei 3000 m.

Im Ganzen hat die Anschauung, dass die Bewegung des Eises und die mit ihr zusammenhängende Erosion des felsigen Untergrundes einen wesentlichen Anteil an der Modellierung der Gebirgslandschaft haben, in den letzten Jahren bedeutend an Boden gewonnen. Das ist hauptsächlich durch die Gegenüberstellung der V-förmigen Talquerschnitte in nie vergletschert gewesenen Gebirgen gegen die U-förmigen in ehemaligen Gletschergebieten erreicht worden. Die in Europa vor allem durch A. PENCK verbreitete Lehre der Talübertiefung durch die eiszeitlichen Gletscher und ihre grossartige systematische Anwendung auf das ganze Alpengebiet durch PENCK und BRÜCKNER haben der alten Lehre, dass das Eis seine Unterlage gegen Zerstörung schütze, den Boden entzogen. Unter der Wucht der Ergebnisse, zu denen diese beiden Forscher gelangten, musste sich die Theorie der Talbildung umgestalten. Im engen Anschluss an PENCK und BRÜCKNER bewegt sich die eben erschienene geogr. Studie von F. NUSSBAUM über „die Täler der Schweizer Alpen“. Sie lässt aber ein Ergebnis der PENCK-BRÜCKNER'schen Forschung fast unberücksichtigt, nämlich, dass ausser dem durch den unteren Trogrand gekennzeichneten alten Talboden in den meisten Alpentälern noch zwei höher gelegene alte Talböden (unterhalb der Schliffgrenze) nachgewiesen werden konnten. PENCK und BRÜCKNER fassen den oberen dieser älteren Talböden als pliozän auf, den mittleren als Rest der präglazialen Alpenoberfläche, in welche zwei durch lange Zeiträume getrennte Eiszeiten ihre Spuren eingegraben haben. — Entsprechend den vier alpinen Vergletscherungen, welche PENCK und BRÜCKNER nachweisen konnten, habe ich s. Z. diese alten Talböden als Reste der Tröge aufgefasst, welche die einzelnen Vergletscherungen in den Alpentälern erzeugt haben. Für die Liptauer Alpen kam R. LUCERNA zu einem ähnlichen Ergebnis und wie es scheint, hat auch E. DE MARTONNE für einige Alpentäler gleiche Resultate bekommen. Nach dieser Auffassung wäre also der Anteil des Eises an der Ausgestaltung der Alpentäler ein weit grösserer, als nach der von PENCK und BRÜCKNER; der pliozäne, präglaziale Talboden würde in die Höhe der oberen Gletschergrenze zu rücken sein. Da nach der neuen Deckenüberschiebungstheorie der Abtrag in den Alpen in der Richtung der heutigen Täler erst gegen Ende der Tertiärperiode eingesetzt haben kann, würde diese Auffassung wohl auch mit der modernen Tektonik der Alpen gut vereinbar sein.

In einer Studie über den Zyklus der Vergletscherung bringt Prof. W. H. HOBBS von der University of Michigan eine Darstellung, die man, abgesehen von einer gekünstelten Klassifizierung der Gletscher in 10 Typen, in ihren Hauptzügen wohl gelten lassen kann. Mit zunehmender Niederschlagsmenge bilden sich erst bleibende Schneeflecke in den Hochflächen des Gebirges; Verwitterung und Abtransport der Verwitterungsprodukte durch Schmelzwasser führen zu einer Vertiefung der Mulde, die den Schneefleck birgt. Allmählich entsteht ein Kar. Fortdauernde Zunahme der Niederschläge und rückschreitende Verwitterung der Karwände bedingen Vergrösserung der Karmulden, Zusammenwachsen von Karen auf einer Hangseite, Ausbildung von scharfen Graten mit tiefen

Sätteln und einzelnen Gipfeln zwischen den Karen verschiedener Hänge. Aus den Sammelbecken, zu denen sich die Kare vereinigen, fliessen kleine Gletscher talab; mehrere solche strömen zu einem grossen Talgletscher zusammen. Zur Zeit des Maximums der Vergletscherung erscheint die ganze Gebirgsmasse von einer zusammenhängenden Eismasse überdeckt, aus der einzelne Zungen weiter abwärts fliessen und als Talgletscher ihr Bett trogförmig ausgestalten. Vatnajökull und Jastedalsbraeen können als Beispiele dafür angesehen werden. In der folgenden Periode abnehmender Niederschlagsmengen wird zunächst die Eisdecke zerteilt; es treten wieder einzelne grosse Talgletscher auf, die bei andauerndem Rückgang der Vergletscherung sich in eine Anzahl kleiner Gletscher auflösen. Schliesslich finden sich nur mehr kleine Kargletscher und Schneeflecke, bis auch diese ganz verschwinden. Das von ewigem Eise befreite Gebirge hat nur mehr wenige spärliche Reste seiner ursprünglichen, präglazialen Oberfläche; es ist in der Hochregion bedeutend abgetragen und zertalt.

Auch in diesem Aufsätze kommt übrigens zum Ausdruck, dass die präglazialen Täler der Alpen nicht eine reife, sondern eine junge Talledlandschaft vorgestellt haben müssen.

Es sei noch darauf verwiesen, dass auch in den Berichten über Südpolar-Expeditionen beträchtliche Bearbeitung der Erdoberfläche durch das Inlandeis mehrfach hervorgehoben wird; oder man kann aus den Berichten entnehmen, dass auch hier das Eis in gleicher Weise gearbeitet hat, wie anderwärts. So bemerkt ARCTOWSKI (5) in dem Abschnitt über „Eis und Fels“, dass Moränen der gegenwärtigen Gletscher nirgends wahrgenommen wurden. Dagegen zeigen sowohl die Eisberge, als auch an manchen Stellen das in steilen Wänden abbrechende Eis der Küstenvergletscherung, dass die untersten Eislagen reichlich mit Gesteins-trümmern (Untermoräne) gespickt sind.

An Spuren ehemaliger (quartär) grösserer Ausdehnung der Vergletscherung wurden auf den kleineren Inseln vielfach polierte und gerundete Felsen, erratische Blöcke und Moränen gefunden. Mehrere Moränenwälle verlaufen parallel der Richtung der Gerlache-Strasse und liegen unter dem Meeresspiegel.

Direkte Beobachtungen, welche ein Urteil über die Grösse der Erosion durch das antarktische Eis gestatten würden, sind nicht angestellt worden, und da auch in den Fjorden Lotungen fehlen, so kann kein Beitrag geliefert werden, der zur Aufklärung über die Entstehung dieser Talfurchen dienen könnte. Innerhin scheint ARCTOWSKI der Annahme starker Erosion durch das bewegte Eis zuzuneigen. Er meint allerdings, dass wegen des Fehlens von Moränen, ja selbst von Moränenspuren auf den antarktischen Schneefeldern der Abtrag doch nur gering angesetzt werden dürfe — aber Moränenspuren fehlen doch überall in den eigentlichen Firnpartien und hier, wo der Eisschild landeinwärts nirgends von nacktem Fels durchbrochen wird, müssen sie erst recht fehlen. Dagegen zeigt doch der Reichtum der unteren Eisschichten an Moränenschutt und die Ablagerungen dieser Trümmer am Küstensaum, dass der Abtrag des Felses durch Eis nicht ganz gering sein kann.

In dem oben genannten Werke, in welchem R. S. TARR seine Beobachtungen in Alaska ausführlich mitteilt, kommt der Darstellung der glazialen Erosion im Gebiete der Yakutatbai ein grosses Kapitel zu. TARR zeigt eine Anzahl von

¹⁾ The Geographical Journal Vol. XXXV. Febr. and March 1910. London.

typischen Hängetälern, prächtig ausgebildete, den Ufern der Russell-Bucht, des Nunadakfjords etc. parallele Erosionsterrassen und begründet ausführlich seine Anschauung, dass die Hängetäler und die Übertiefung der Haupttäler nur durch eine kräftig erodierende Wirkung der Gletscher entstanden sein können. Ob auch in diesem Gebiete mehrere Taltröge ineinandergeschachtelt sind, lässt sich aus den Bildern nicht sicher erkennen; verschiedene Spuren höher gelegener Terrassenabsätze lassen darauf schliessen, dass dem so ist; doch fehlen bis jetzt Karten grösseren Massstabes, welche diesen Schluss stützen könnten. — Um die erodierende Wirkung des Eises zu verstehen, muss man, wie TARR hervorhebt, für den ganzen Prozess einen genügend langen Zeitraum ansetzen und beachten, dass mächtige, stark vorschreitende Gletscher ihren Untergrund ungleich stärker bearbeiten, als die ruhig fliessenden Eismassen der Gegenwart — genau so wie eine Hochflut im Flusstal weit grössere Veränderungen hervorruft, als der normal gehende Fluss.

Einen weiteren Beitrag zur Lehre von der glazialen Erosion bringt QUENSEL, welcher die Verlegung der Wasserscheide im Gebiete des Lago San Martin in Patagonien von der Achse der Kordillere weg nach Osten hin studiert hat. Er findet, dass die Eismassen der letzten Kordillerenvergletscherung stark erodierten, dass die ostwärts abfliessenden Gletscher grosse Schuttmassen in die präglazialen Flusstäler der Pampas vorschoben und hier den Abfluss der Wassermassen verhinderten. Die glaziale Erosion gab zur Bildung der grossen fjordartigen Seebecken Veranlassung, welche wie der Lago San Martin, Lago Argentino, Ultima Esperanza etc. in ihren Verzweigungen den Fjorden auf der Westseite der Cordilleren entsprechen und mit diesen durch tiefe Einsattelungen der Hauptkette in Verbindung stehen. Durch die Erosionsarbeit der eiszeitlichen Gletschermassen wurde die Wasserscheide um beträchtliche Strecken ostwärts verlegt.

Fortsschritte der geologischen Forschung im Schweizer Juragebirge, insbesondere in dessen nördlicher Hälfte.

Von H. Gerth, Bonn.

1. F. MACHACEK: Der Schweizer Jura, Versuch einer geomorphologischen Monographie. PETERMANN's Mitteilungen. Ergänzungsheft 150. Gotha 1905. S. 1—143 mit Karte und Profiltafel.
2. A. BUXTORF: Geologische Beschreibung des Weissensteintunnels und seiner Umgebung. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. 21. Bern 1907.
3. F. MÜHLBERG: Geologische Karte der Lägernkette, 1 : 25 000, mit Erläut. Bern 1902.

Geologische Karte des unteren Aare-, Reuss- und Limattaales, 1 : 25 000 mit Erläut. Bern 1905.

Das Schweizer Juragebirge hat der Juraformation den Namen gegeben, weil ihre Ablagerungen in ihm grosse Verbreitung besitzen. Aber noch eine andere Eigentümlichkeit macht uns das Studium der Juraschichten in diesen Bergen besonders interessant. Das Jurameer besass im Osten und Westen des heutigen Gebirges verschiedene Tiefenverhältnisse, es wurde von einer verschiedenen Lebe-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Hess Hans

Artikel/Article: [Gletscherkunde und Glazialrelief 1136-1142](#)